

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314204

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/343

H01L 21/205

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-117530

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 16.04.2001

(72)Inventor : MIKI TAKESHI
IWATA HIROKAZU
SARAYAMA SHOJI

(54) p-TYPE SUPERLATTICE STRUCTURE AND ITS MANUFACTURING METHOD, AND GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR ELEMENT AND LIGHT EMITTING ELEMENT THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a p-type superlattice structure which has no surface deterioration and as-grown low resistance, and its manufacturing method, as well as a high-performance group III nitride semiconductor element and a semiconductor light emitting element.

SOLUTION: When manufacturing an $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ superlattice structure wherein at least one layer of a superlattice structure that is formed by laminating n times a group III nitride semiconductor layer represented by general formulae, $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($1 \geq x > 0$) and $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($1 > y \geq 0$) (where, $i=1 \dots n$), is doped with p-type impurities, it is subjected to crystal growth in an atmosphere containing hydrogen, and then it is cooled in an atmosphere made of only nitrogen material or containing at least nitrogen material to lower temperature from the crystal growth temperature.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-314204
(P2002-314204A)
(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002.10.25)

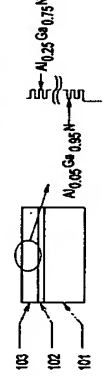
(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	P I	予備特許 (参考)
H01S 5/343	610	H01S 5/343	610
H01L 21/205	33/00	H01L 21/205	33/00

著者請求 未請求 請求項の範囲 13 OL (全 12 頁)

(21) 出願番号	特開2001-117530 (P2001-117530)	(71) 出願人	00008747 株式会社リコー
(22) 出願日	平成13年4月16日 (2001.4.16)	(72) 発明者	三樹 剛 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内 (72) 発明者 岩田 浩和 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内 (74) 代理人 10009468 弁護士 友松 英智

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 p型超格子構造とその作製方法、III族化合物半導体素子及びIII族化合物半導体発光素子



(57) 【要約】 (修正有)
【課題】 表面劣化のない、as grownで低抵抗な、p型超格子構造とその製造方法の提供、並びに高活性III族化合物半導体素子及び半導体発光素子の提供。

【解決手段】 一般式 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N$ ($1 \geq x > 0$) と $Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ ($1 > y \geq 0$) ($1 = 1 \dots n$) で表されるIII族化合物半導体層をn回積層して形成された超格子構造の少なくとも一方の層にp型不純物をドーピングした $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法、水素を含む雰囲気中で結晶成長させた後、蒸着原料のみからなるか又は少なくとも蒸着原料を含む雰囲気中で冷却し結晶成長温度から降溫させる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一般式 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N$ ($1 \geq x > 0$) と $Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ ($1 > y \geq 0$) ($1 = 1 \dots n$) で表されるIII族化合物半導体層をn回積層して形成された超格子構造の少なくとも一方の層にp型不純物をドーピングした $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法、水素を含む雰囲気中で結晶成長させた後、蒸着原料のみからなるか又は少なくとも蒸着原料を含む雰囲気中で冷却し結晶成長温度から降溫させることを特徴とするp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法。
【請求項2】 前記結晶成長後の冷却雰囲気中に蒸着原料が、少なくとも水素と窒素を含む蒸着原料であることを特徴とする請求項1記載のp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法。
【請求項3】 前記水素と窒素を含む蒸着原料がアンモニアであることを特徴とする請求項2記載のp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法。
【請求項4】 一般式 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N$ ($1 \geq x > 0$) と $Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ ($1 > y \geq 0$) ($1 = 1 \dots n$) で表されるIII族化合物半導体層をn回積層して形成された超格子構造の少なくとも一方の層にp型不純物をドーピングした $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法、少なくとも1層以上のIII族化合物半導体層積層構造を形成したのち冷却することにより前記超格子構造をp型化することを特徴とするp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法。
【請求項5】 前記III族化合物半導体層積層構造の厚さを0.5 μm 以上とすることを特徴とする請求項4記載のp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法。
【請求項6】 前記超格子構造上に形成されるIII族化合物半導体層積層構造の結晶成長後の冷却雰囲気中、蒸着原料のみからなるか又は少なくとも蒸着原料を含む雰囲気中とすることを特徴とする請求項4又は5記載のp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法。
【請求項7】 p型不純物をドーピングした層に、該p型不純物と同時に少なくとも1種のn型不純物をドーピングすることを特徴とする請求項1〜6の何れかに記載のp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 超格子構造の作製方法。
【請求項8】 前記 $y = 0$ であることを特徴とする請求項1〜7の何れかに記載のp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N$ 超格子構造の作製方法。

【請求項9】 請求項1〜8の何れかに記載の作製方法により得られたp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ ($1 \geq x > 0$) と $Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ ($1 > y \geq 0$) 超格子構造。

【請求項10】 Al組成比、即ち、x、及びy又はyが層間に異なることを特徴とする請求項9記載のp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ ($1 \geq x > 0$) 超格子構造。

【請求項11】 請求項9又は10記載のp型超格子構造をp型電極コンタクト層に用い、該p型超格子構造上に直接p型電極を形成したことを特徴とするIII族化合物半導体素子。

【請求項12】 p型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Al_{1-y}Ga_y(1-y)N$ 、又はp型 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N/Ga(1-y)N$ 超格子構造を形成する、 $Al_{1-x}Ga_x(1-x)N$ 層のAl組成比を、p型電極に向かかって小さくすることを特徴とする請求項11記載のIII族化合物半導体素子。

【請求項13】 請求項9又は10記載のp型超格子構造をクラッド層に用いたことを特徴とするIII族化合物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、p型超格子構造とその作製方法、並びに該p型超格子構造を用いたIII族化合物半導体素子及びIII族化合物半導体発光素子に関するものである。

【0002】
【従来の技術】 近年、光ディスクの大容量化に伴って、近接長半導体レーザーのニーズの高まりにより、発振波長635〜650nmの赤色可視光半導体レーザーによるDVD記録に続く、次世代高密度ディスク記録用光源として、III族化合物半導体材料による青紫半導体レーザーに期待が寄せられている。この材料系では、サブミクロンオーダーの低抵抗パターンの形成を利用した結晶性の向上技術、水素により不活性化し、高抵抗化したp型層のアニールによる活性化技術といった両面技術が開発された。このような技術的進歩により、高抵抗の青及び緑LEDの量産に成功し、既に発振波長400nmの青紫半導体レーザーの上市に漕ぎ着けるに至っている。しかし、現状で得られるp型層の性能は、高出力、長寿命の半導体レーザー素子を実現するためには十分でない。従って、高品位かつ低抵抗なp型層の開発は、依然として、この分野の重要課題である。

【0003】 III族化合物半導体においては、p型不純物 (ドーパント) が水素により不活性化されるため、as grown (結晶成長後、アンニール等) p型不純物の活性化処理を行わない状態) では高抵抗なものしか得られず、アンニールによる活性化工程を必要とする。その結

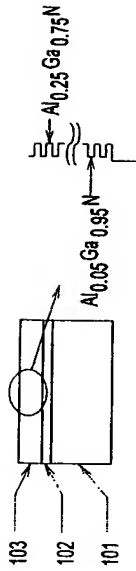
果、工程増加のコスト及び半導体工率に要する設備増大の半導体要素の製造コストの増加を招く。また活性化するニールにより得られた型阻においても、 p 型不純物の不純物単位が深く活性化率が低いため、キャリア濃度の高い順を得ることは難しい。 $AlGaIn$ は、 GaN より不純物単位あたりのキャリアを持つため、 p 型不純物の活性化率が深くなり不純物の活性化率が下がる。このため低い抵抗な p 型 $AlGaIn$ 層を得ることは難しい。加えて、 $AlGaIn$ 層をレーザエッチングによるクラッド層に用いる場合には、キャリア及び光子の閉じ込め効率の点から、高 Al 濃度比の $AlGaIn$ 層を用いる必要があるが、 Al 濃度比が大きくなる程クラッドを生じ易く、クラッド層として十分な厚さの高 Al 濃度比の $AlGaIn$ 層を成長させることは難しい。

3-

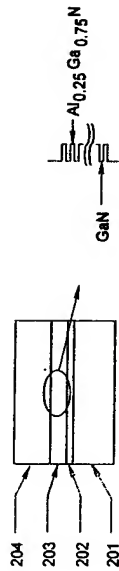
3

30 n型電極
31 p型電極
32 SiO₂絶縁層
33 p電極パッド
20' SiO₂選択成長マスク

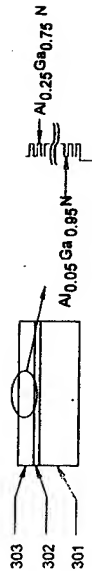
【図1】



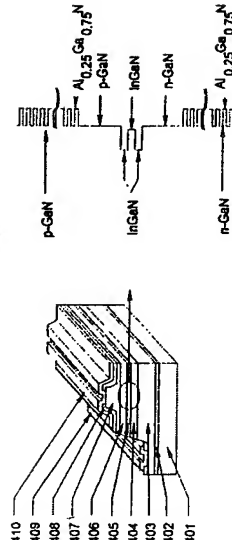
【図2】



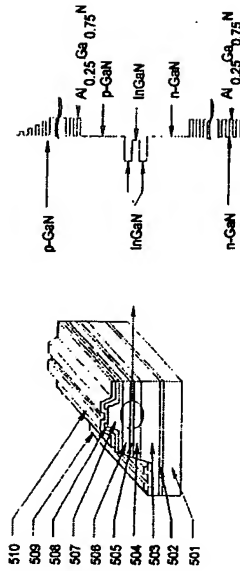
【図3】



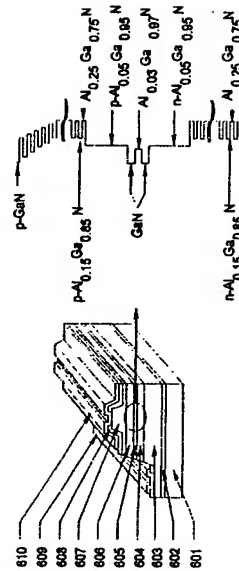
【図4】



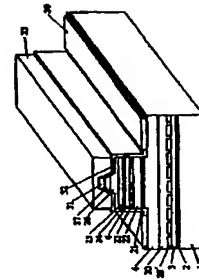
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 血山 正二
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

Fターム(参考) 5F041 AA21 CA05 CA34 CA40 CA49
CA57 CA65 CA73 CA77
5F045 AA04 AB17 AC08 AC12 AC15
AC19 CA12 DA54 EE13 EE18
5F073 AA11 AA13 AA45 AA71 AA74
CA07 CB05 CB07 CB19 DA05
DA35 EA23 EA29

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)